

# **Studi Distribusi, Penggunaan dan Pemilihan Tipe Sarang oleh Biawak Komodo : Implikasi untuk Konservasi dan Manajemen**

(Terjemahan dari Naskah yang Diajukan ke Jurnal *Biological Conservation*)

Oleh :

Tim S. Jessop  
Joanna Sumner  
Heru Rudiharto  
Deni Purwandana  
M. Jeri Imansyah  
J. Andy Phillips

**ZOOLOGICAL SOCIETY OF SAN DIEGO  
THE NATURE CONSERVANCY  
KOMODO NATIONAL PARK  
2003**



## Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai Kelimpahan, pola distribusi dan karakteristik fisik sarang Biawak Komodo (*Varanus komodoensis*) di Pulau Komodo, Indonesia. Sebanyak 46 lokasi sarang Biawak Komodo telah diidentifikasi, 26 diantaranya diketahui sebagai sarang aktif untuk musim tahun 2002/2003. Distribusi sarang berkaitan dengan lembah pesisir yang luas di bagian utara Pulau Komodo. Ada pemilihan yang signifikan oleh betina selama musim kawin untuk menggunakan sarang gundukan (62%), sisanya di tebing terbuka (19%) dan sarang di tanah (19%). Lebih lanjut, mengenai sarang gundukan, Biawak Komodo betina dibedakan sarangnya berdasarkan karakteristik habitat terutama penyinaran matahari. Implikasi utama untuk manajemen dan konservasi dari penelitian ini adalah hanya terdapat sedikit betina yang bersarang secara tahunan di pulau paling luas dalam kawasan Taman Nasional Komodo. Lebih lanjut, survey sarang berkelanjutan dapat menyediakan hasil yang efektif dan akurat untuk mendapatkan informasi demografi jangka panjang spesies ini.

Kata Kunci : Biawak Komodo, *Varanus komodoensis*, ekologi bersarang, pemilihan sarang, Implikasi Manajemen,

Topik bahasan : Karakter sarang Biawak Komodo

## I. PENDAHULUAN

Biawak Komodo (*Varanus komodoensis*) merupakan kadal terbesar yang saat ini sebarannya terbatas di lima pulau dalam populasi terpisah dalam wilayah kepulauan Sunda Kecil di bagian Timur Indonesia, dimana empat pulau diantaranya terletak dalam kawasan Taman Nasional Komodo. Menghilangnya hutan tropis pesisir terbuka, kebakaran hutan akibat kegiatan manusia, dan kompetisi dengan manusia untuk pemanfaatan spesies mangsa, seperti Rusa Timor (*Cervus timorensis*), diperkirakan menjadi ancaman terhadap proses-proses yang mempengaruhi kelangsungan hidup populasi kecil Biawak Komodo. Populasi yang paling terancam terbatas pada habitat di bagian barat pulau Flores, diluar batas Taman Nasional Komodo.

Meski telah menjadi fokus dari keingintahuan dunia sains dan menjadi sebuah kesatuan studi oleh para peneliti barat dan indonesia, kekurangan informasi dasar tentang *life history*, demografi, dan juga ekologi umum jenis ini masih terus berlangsung lama (Ouwens, 1912; Auffenberg, 1981; Cioffi 1999). *Life history* dan informasi ekologi yang dikombinasikan dengan informasi manajemen sangat penting untuk mempromosikan strategi dan upaya konservasi terapan terintegrasi untuk spesies yang terdaftar dalam *appendix 1* CITES ini, baik di dalam maupun di luar Taman Nasional Komodo (Ciofi et al., 1999; Ciofi et al., 2002).

Dengan mengerti sifat dasar ekologi reproduksi betina, seperti ukuran populasi betina bersarang tahunan, habitat dan karakteristik fisik yang mempengaruhi distribusi maupun pemilihan lokasi bersarang, merupakan aspek inti untuk memfasilitasi pengambilan keputusan berkaitan dengan manajemen dan konservasi spesies ini. Belum pernah ada penghitungan secara sistematis, absolut atau perkiraan langsung kelimpahan populasi Biawak Komodo selain sensus tahunan yang dilakukan didalam Taman

Nasional Komodo sejak 1993 (PHKA, tidak dipublikasikan). Sensus ini dilakukan oleh staf taman nasional pada beberapa stasiun pengumpanan dan menyediakan sebuah indeks kasar kecenderungan kelimpahan populasi meskipun dapat dibingungkan oleh ketidakkonsistenan metodologi dan bias dari pengamatan. Dari informasi ini, sulit untuk melakukan penaksiran fluktuasi kelimpahan populasi Biawak Komodo dalam taman nasional yang dapat dipercaya. Atau yang lebih penting, untuk menentukan apakah ada perubahan signifikan dalam keseluruhan kelimpahan selama ini.

Untuk menemukan jalan pintas, memerlukan cara efektif dalam menyediakan informasi demografi yang akurat spesies ini bagi pengelola Taman Nasional Komodo, perlu diawali dengan program monitoring untuk menentukan jumlah sarang Biawak Komodo aktif di pulau. Program ini mencakup kebanyakan ( $\approx 90\%$ ) habitat bersarang yang layak di Pulau Komodo. Usaha betina yang bersarang secara tahunan, sebagaimana diindikasikan oleh sarang aktif, dapat menjadi indikator yang sangat berguna untuk menaksir jumlah betina kawin dengan baik, dan secara tidak langsung potensi anak (komodo yang baru menetas) yang masuk kedalam populasi. Pengukuran alternatif di lapangan seperti analisa hormon, laparoscopy atau ultrasonografi (Tucker and Limpus, 1997), meski efektif untuk menduga angka betina reproduktif tahunan, merupakan pilihan yang membutuhkan keterampilan dan pengalaman peneliti juga sumber daya tambahan yang tidak tersedia di Taman Nasional Komodo saat ini.

Dalam studi ini kami menguji empat elemen ekologi bersarang betina yang mempunyai aplikasi spesifik untuk konservasi dan manajemen spesies ini. Pertama kami melakukan survey ekstensif terhadap 12 lembah pesisir utama dan habitat di sekitar Pulau komodo untuk memastikan jumlah lokasi sarang Biawak Komodo. Pada saat ini sejumlah kecil sarang secara umum telah diketahui oleh jagawana di pulau

komodo, tidak ada dugaan pasti jumlah lokasi breeding yang digunakan oleh betina Biawak Komodo. Sarang lokasi tertentu, yang dapat digunakan pada tahun-tahun berikutnya, diikuti oleh observasi terhadap betina *breeding* yang ditandai, dapat menyediakan indeks penting untuk mengukur stabilitas populasi, *interval interbreeding* dan tingkat bertahan hidup betina.

Kedua, kami menguji pola distribusi dan kelimpahan skala besar sarang untuk mengidentifikasi lokasi kunci habitat sarang di Pulau Komodo. Pola spasial distribusi sarang, berkisar dari kepadatan kumpulan yang tinggi ke kepadatan rendah atau distribusi acak, dapat menyediakan informasi penting tentang sumber daya yang diperlukan dan mempengaruhi pemilihan betina terhadap tempat bersarang dan kehidupan *offspring*. Lebih lanjut, pola tertentu penting untuk manajemen proses-proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia maupun secara alami yang dapat mengurangi habitat spesifik dan mempengaruhi kelimpahan serta distribusi sarang.

Ketiga, diharapkan kita dapat mengetahui apakah terdapat pemilihan tipe sarang tertentu yang digunakan oleh betina. Faktor lingkungan dalam sebuah sarang dapat mempunyai efek sangat kuat terhadap fenotip reptil yang baru menetas termasuk pada Biawak Monitor (Vleck 1988; Shine and Harlow 1993; Elphick and Shine 1998; Madsen and Shine 1998). Karakter panas sarang alami yang kuat juga diketahui menyebabkan modifikasi penting terhadap fenotip kadal kecil yang baru menetas dan memberi efek terhadap ukuran, bentuk, bentuk alat gerak (*locomotor*) dan taktik anti predator (Elphick and Shine 1998). Variasi signifikan ukuran pada kadal Varanidae yang baru menetas telah dicatat sebagai hasil parameter inkubasi (Phillips and Packard 1995). Meski semua Biawak Komodo betina akan menggali lubang di tanah hingga mendapatkan tempat untuk bertelur (Auffenberg, 1980), Betina Komodo menggunakan

tiga tipe tempat tertentu, dimana mereka menggali sarangnya: sarang tepi bukit, sarang permukaan tanah, sarang gundukan yang awalnya di bangun oleh Burung Gosong (*Megapodious reinwardt*). Variasi dalam pemilihan tempat bersarang, mungkin disebabkan pengaruh dramatis dalam kehidupan *offspring* reptil yang ovipar seperti Komodo, dan pemilihan tempat bersarang oleh betina Komodo juga dapat memberikan efek penting terhadap tingkat bertahan hidup *offspring* (Madsen dan Shine, 1996; Shine dan Harlow, 1996).

Ketika sarang Burung Gosong menyediakan potensi tempat bersarang bagi betina Komodo, kita mencoba memastikan apakah ada bukti bahwa sebuah proses pemilihan, berdasarkan karakter fisik yang dapat mempengaruhi lingkungan inkubasi, dapat terjadi saat betina memilih tempat bersarang tertentu. Maka tujuan akhir kami adalah untuk memastikan apakah ada pemilihan sarang dilakukan oleh Biawak Komodo betina, dan jika demikian, seberapa jauh, serta bagaimana, pemilihan tersebut dapat diubah oleh ancaman seperti perubahan habitat

## II. MATERI DAN METODE

Studi lapangan dilaksanakan di Pulau Komodo ( $8^{\circ}35'40''\text{LS}$ ;  $119^{\circ}25'51''\text{BT}$ ), pulau terbesar di Taman Nasional Komodo ( $336 \text{ km}^2$ ) yang terletak di kawasan Timur Indonesia, mulai April sampai November 2002. Survey dilaksanakan terhadap habitat yang memiliki kesesuaian bagi lokasi sarang di pulau Komodo. Meliputi 12 lembah besar di dataran pesisir yang diapit lereng dengan penutupan vegetasi terdiri dari hutan gugur terbuka (hutan monsoon kering), hutan tertutup atau savanna hutan (Gambar 1). Kecuali satu lembah sedang tidak disurvei karena alasan logistik, lebih dari 90 persen habitat potensial bagi sarang Biawak Komodo di Pulau Komodo telah disurvei. Kami tidak melakukan survey pada daerah ketinggian berdasarkan informasi dari jagawana dan sejumlah kecil hasil survey di pegunungan yang mengindikasikan tidak adanya sarang. Namun mengarahkan survey sarang dilakukan terbatas pada daerah lembah pesisir dataran rendah yang didominasi hutan gugur terbuka dan savana hutan. Lebih lanjut, habitat sangat kering, yang secara keseluruhan terdiri atas savana (merupakan mayoritas vegetasi penutup pulau) dan lebih tinggi daripada 400 m dpl dari ekoton hutan gugur terbuka savana, juga dikecualikan (setelah survey umum di kawasan ini untuk menentukan kesesuaian bagi lokasi sarang) karena merupakan habitat terlalu terbuka dan panas bagi Biawak Komodo dalam pemanfaatan habitat jangka panjang.

Metode lapangan yang digunakan untuk menghitung sarang Biawak Komodo adalah intensif *Focal Sampling* melintasi transek grid secara berulang. Metode ini melibatkan banyak pengamat (5-8 orang) pada interval jarak 25 meter sepanjang transek paralel yang ditandai dengan GPS. Panjang dan banyaknya transek pada setiap lembah disesuaikan dengan kondisi topografi lembah yang disurvei. Keuntungan transek yang menyeluruh ini dapat mengidentifikasi seluruh potensi lokasi sarang komodo dan

sarang burung Gosong (100%) hingga ketinggian  $\approx$  100 mdpl. Sebagai tambahan, kami kerap kali mendaki daerah savana tinggi di atas lembah berhutan untuk mendapatkan tempat yang menguntungkan agar dapat mengidentifikasi sarang di sisi bukit.

Sarang dinyatakan aktif oleh adanya aktivitas penggalian terbaru (awal Agustus) atau adanya pengamatan berulang oleh Biawak Komodo Betina terhadap sarang (Agustus sampai November). Sarang dinyatakan tidak aktif jika tidak terdapat aktivitas penggalian terbaru selama musim bersarang. Sarang tidak aktif ini dipastikan berdasarkan hasil pengamatan jagawana (terutama selama musim bersarang) terhadap ada atau tidaknya aktivitas penggalian dan kehadiran Biawak Komodo betina di sekitar sarang atau karena perubahan karakteristik struktur terutama ukuran dan jumlah lubang di sarang.

Kepadatan sarang Biawak Komodo, baik aktif maupun tidak aktif, didapatkan dari pembagian jumlah keseluruhan sarang masing-masing kategori dengan luas area yang disurvei (luas area dihitung menggunakan bentuk poligon pada perangkat lunak ArcView 3.1). Sebagai indeks sebaran sarang, nilai tengah jarak sarang terdekat dihitung antar lembah sebagai nilai rata-rata jarak sarang terdekat dari masing-masing sarang aktif di sebuah lokasi survey.

Biawak Komodo teramati menggunakan tiga tipe sarang yang dikategorikan sebagai berikut :

- 1) Sarang permukaan tanah, berupa lubang horizontal ke dalam tanah.
- 2) Sarang bukit, berupa galian besar landasan bertingkat pada sisi bukit. Ke dalam galian ini Biawak Komodo betina menggali sebuah lubang (ruang) penyimpanan telur di antara sejumlah lubang tipuan. Sarang ini terletak di savana terbuka yang menutupi hampir keseluruhan bukit.

3) Sarang gundukan, Biawak Komodo menggunakan sarang gundukan yang dibangun oleh Burung Gosong. Sarang gundukan burung Gosong dibedakan dari sarang gundukan Biawak Komodo oleh adanya serasah dan galian terbaru yang ada, terutama selama bulan Agustus dan September. Sarang ini dapat dipastikan sebagai sarang Burung Gosong pada awal tahun, dimana telur tercatat dari Januari sampai April (Lincoln, 1974), juga biasanya ketika bersarang Burung Gosong mengumpulkan serasah ke dalam gundukan dan lubang untuk bertelur (Frith, 1956; dan Jones dkk., 1995).

Setelah sarang Burung Gosong atau Biawak Komodo ditemukan, pencatatan data meliputi sejumlah karakteristik termasuk lokasi, ketinggian, tipe vegetasi sekitar sarang, status (aktif atau tidak aktif), spesies pengguna sarang aktif (Burung Gosong atau Biawak Komodo), keteduhan dan penutupan langsung vegetasi terhadap sarang (0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%). Sebagai tambahan, karakter struktur tiap sarang juga dicatat mencakup panjang, lebar, tinggi, dan jumlah lubang yang dibuat pada setiap sarang. Uji *T-test* (uji hasil peringkat pada kasus sebaran data tidak normal) digunakan untuk menilai apakah ada perbedaan struktural secara signifikan antara sarang Burung Gosong dengan sarang Biawak Komodo. Kombinasi uji statistik digunakan untuk menilai perbedaan data berkategori dan berkesinambungan. Terhadap data berkategori, uji *Chi Square* digunakan untuk menilai perbedaan signifikan berkaitan dengan nilai yang diharapkan. Uji parametrik, termasuk *T-test* dan ANOVA digunakan untuk menilai perbedaan signifikan antar nilai tengah menggunakan data berkesinambungan yang memenuhi asumsi varian normalitas dan homogenitas. Data berkesinambungan yang tidak memenuhi asumsi ini ditransformasikan secara *log*. Regresi linier dan polinomial juga dilakukan untuk menilai pola yang signifikan pada data berkesinambungan. Untuk seluruh uji statistik, signifikansi disarankan menunjukkan nilai  $\alpha < 0.05$ .

### III. HASIL

#### 3.1. Pola Distribusi dan Kelimpahan Spasial

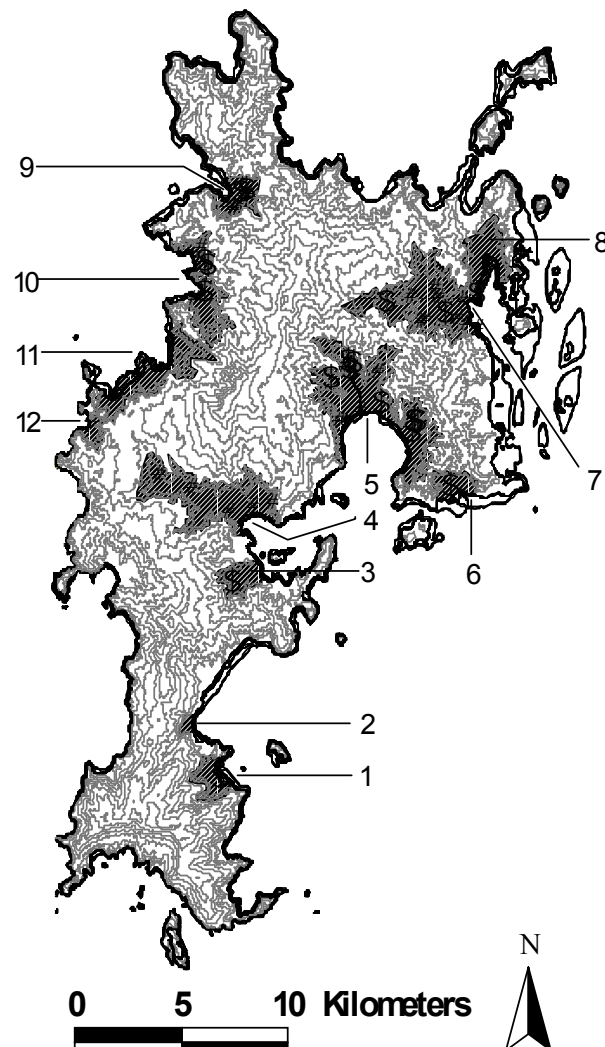
Di seluruh lembah dan dataran pesisir pulau Komodo, kami mengidentifikasi 46 lokasi sarang Biawak Komodo potensial, dimana 26 (56%) diantaranya aktif untuk musim bersarang 2002 / 2003 (Tabel 1). Sarang Biawak Komodo dan sarang yang tidak digunakan (sarang tua) terdapat mulai dari ketinggian 6 hingga 80 m dpl, dengan rata-rata ketinggian  $29.64 \pm 2.39$  m. Nilai tengah ketinggian sarang aktif pada setiap lembah berkisar antara 19.25 – 40.06 m dpl, dengan nilai rata-rata ketinggian  $30.42 \pm 2.56$  m dpl (Tabel 1).

Lokasi	Luas Area Survey (km <sup>2</sup> )	Jumlah Sarang	Jumlah Sarang Aktif	Nilai Tengah Ketinggian sarang (m)	Nilai Tengah jarak antar sarang terdekat (km)	Kepadatan Sarang Aktif (sarang/km <sup>2</sup> )
Loh Liang-Kubu	13.41	13	4	40.06	1.26±0.16	0.29
Loh Lawi	11.36	5	5	37.42	1.24±0.17	0.44
Loh Sebita	10.84	12	9	30.69	0.49±0.09	.83
Loh Boko	3.37	7	5	19.25	0.06±0.01	1.48
Loh Wenci	5.09	5	3	20.00	0.86±0.30	0.59
Loh B'oh	2.04	1	0	-	-	
Loh Pinda	2.52	1	0	-	-	
Loh Baes	3.83	0	0	-	-	
Loh Gong	0.42	0	0	-	-	
Loh Wau	2.39	1	0	-	-	
Loh Srikaya-Sok Pure	5.75	1	0	-	-	
Laju Pemali-Seloka	1.15	0	0			
Total/Nilai Tengah Pulau Komodo	62.17	46	26	30.42		

Tabel 1. Ringkasan data keberadaan sarang di Pulau Komodo dengan lokasi lembah, jumlah total sarang aktif dan tidak aktif (jumlah sarang), jumlah sarang aktif, nilai tengah ketinggian sarang aktif, nilai tengah jarak sarang terdekat dan kepadatan sarang di setiap lembah.

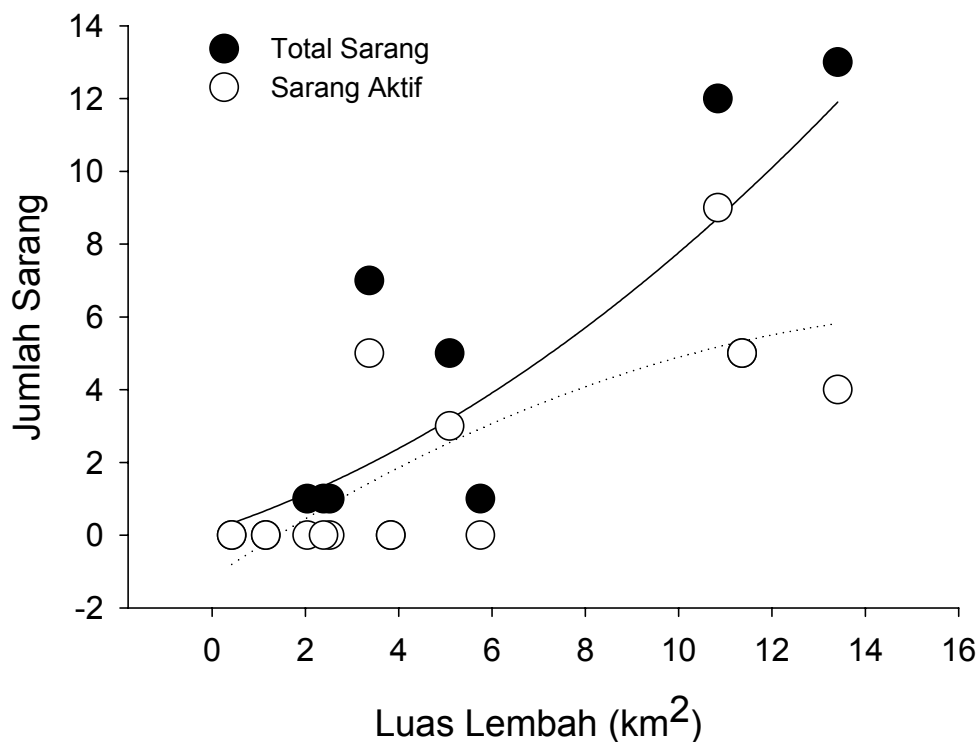
Sarang aktif terletak tidak secara acak terkait dengan keteduhan, dimana terdapat pola signifikan ( $\chi^2 = 9.29$ ,  $p \leq 0.05$ ) untuk sarang aktif (62%) terletak pada area dengan keteduhan langsung  $\leq 25\%$ . Sarang yang secara khusus dibangun di area dengan

keteduhan vegetasi terbatas hampir semuanya dibangun di dalam hutan gugur terbuka, kecuali dua (7.6%) sarang di savana hutan. Juga sarang-sarang ini terletak <100 m dari vegetasi ekoton yang membagi savana dengan hutan yang lebih kompleks.



Gambar 1. Peta topografis menunjukkan distribusi lokasi sarang Biawak Komodo di Pulau Komodo, Taman Nasional Komodo, Indonesia. Area diarsir menunjukkan area yang disurvei. Lingkaran menunjukkan lokasi sarang aktif, segitiga untuk lokasi sarang tidak aktif. Lembah-lembah ditunjukkan angka 1-12 sebagaimana berikut ; 1) Loh Wau, 2) Loh Gong, 3) Loh Pinda, 4) Loh Lawi, 5) Loh Liang/Loh Kubu, 6) Loh B'oh, 7) Loh Sebita, 8) Loh Baes, 9) Loh Boko, 10) Loh Wenci, 11) Loh Srikaya/Sok Pure, 12) Laju Pemali/Seloka.

Sarang tidak terdistribusi secara seragam di seluruh lokasi survey. Lokasi sarang aktif dan tidak aktif masing-masing terletak di 9 dan 5 dari 12 lembah yang disurvei. Sarang aktif terletak di lembah terbesar di bagian tengah dan Utara Pulau Komodo (Gambar 1). Terdapat relasi signifikan antara ukuran lembah dengan jumlah sarang (Regresi Polinomial :  $F_{3,8} = 6.42$ ,  $p = 0.016$ ;  $r^2 = 0.71$ ) dan jumlah sarang aktif di dalamnya (Regresi Linier :  $F_{3,8} = 11.675$ ,  $p = 0.007$ ;  $r^2 = 0.54$ ; kisaran luas lembah : 0.42-13.41 km<sup>2</sup>; Gambar 2).



Gambar 2. Keterkaitan antara area lembah yang disurvei dengan jumlah total sarang (lingkaran hitam) dan jumlah sarang aktif (lingkaran terbuka)

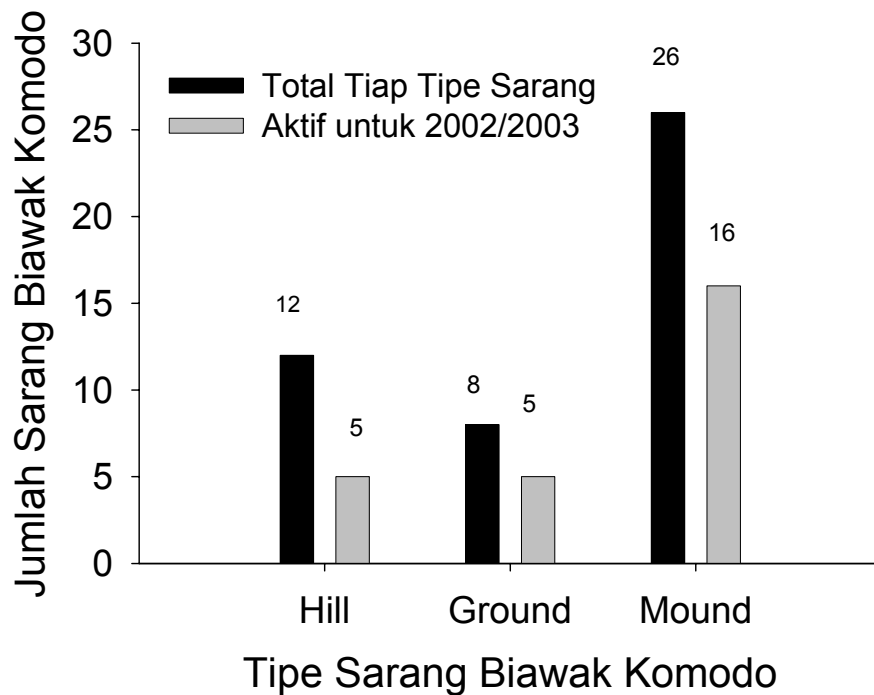
Lebih lanjut, untuk sarang aktif Biawak Komodo memerlukan habitat yang sesuai dan lembah paling tidak seluas 3.5 km<sup>2</sup>, jika lebih kecil maka Biawak Komodo betina tidak menggunakannya pada musim bersarang 2002 / 2003. Meski suatu lembah memenuhi luasan minimum, keberadaan tipe habitat yang tidak sesuai (savana hutan

terbuka / savana) dapat menyebabkan tidak digunakannya daerah ini oleh Biawak Komodo betina, yang ditunjukkan oleh lembah dan kawasan pesisir seperti Loh Baes dan Loh Srikaya (Gambar 1).

Loh Sebita memiliki jumlah sarang aktif tertinggi ( $n = 9$ ), dimana tiga sampai sembilan sarang masing-masing terdapat di Loh Liang, Loh Lawi, Loh Boko, dan Loh Wenci (Tabel 1). Empat lembah lainnya memperlihatkan bukti-bukti adanya keberadaan aktivitas bersarang oleh Biawak Komodo terkait dengan keberadaan sarang tidak aktif di masing-masing lembah, termasuk dua lembah kecil di bagian Selatan Pulau Komodo. Di antara masing-masing lembah, nilai tengah jarak sarang terdekat (indeks sebaran sarang) berbeda secara signifikan (1-way ANOVA:  $F_{4,21} = 13.64, p < 0.001$ ) dan berkisar antara  $0.06 \pm 0.01$  -  $1.26 \pm 0.16$  km. Sarang di Loh Boko menunjukkan sebaran yang paling rendah. Lebih lanjut, sarang-sarang tersebut lebih mengelompok dengan jarak sarang terdekat  $0.06 \pm 0.01$  km, di mana sarang-sarang di daerah ini lebih terkonsentrasi di sekitar alur sungai. Sebaliknya, sarang di dua lembah terbesar, Loh Lawi dan Loh Liang, tersebar terpisah dimana nilai rata-rata jarak antar sarang terdekat adalah  $1.24 \pm 0.17$  km dan  $1.26 \pm 0.16$  km. Diperkirakan, setelah diketahui kelimpahan sarang adalah rendah, kepadatan sarang di tiap lembah adalah rendah dimana berkisar antara 0.29-1.48 sarang per  $\text{km}^2$ .

### 3.2. Pemilihan Tipe Sarang

Biawak Komodo ditemukan bersarang di semua tipe sarang di Pulau Komodo, meskipun ada kecenderungan signifikan yang menunjukkan Biawak Komodo Betina bersarang di sarang gundukan ( $\chi^2 = 9.29, p \leq 0.05$ . Gambar 3).



Gambar 3. Histogram menunjukkan jumlah sarang Biwak Komodo aktif (abu-abu) dan jumlah total baik untuk sarang aktif maupun sarang tidak aktif untuk setiap tipe sarang (sarang bukit, sarang tanah, dan sarang gundukan).

Enambelas (62%) dari total 26 sarang adalah sarang tipe gundukan, dimana masing-masing hanya lima (19%) untuk tipe sarang bukit dan sarang permukaan tanah. Meski Biawak Komodo secara jelas menunjukkan pemilihan sarang gundukan Burung Gosong sebagai sarang mereka sendiri, tidak semua sarang Burung Gosong digunakan oleh Biawak Komodo. Ada kecenderungan bagi Biawak Komodo Betina untuk menggunakan sarang gundukan yang memiliki kededuhan langsung relatif rendah ( $X^2 = 12.00$ ,  $p \leq 0.05$ ); 62,5% dari sarang gundukan terletak di kededuhan terendah ( $\leq 25\%$

keteduhan langsung) yang biasanya secara kebetulan berkaitan dengan hutan gugur terbuka. Sebaliknya, sarang gundukan yang digunakan oleh Burung Gosong umumnya lebih teduh ( $X^2 = 10.80$ ,  $p \leq 0.05$ ), dimana 55% dari total sarang memiliki >50% keteduhan langsung, dan lebih berkaitan dengan hutan tertutup.

Biawak Komodo Betina tidak memilih sarang gundukan berdasarkan ketinggian permukaan bumi, tidak ada perbedaan ketinggian yang signifikan antara sarang gundukan Biawak Komodo aktif ( $27.95 \pm 3.75$  m dpl) dengan sarang Burung Gosong aktif ( $32.95 \pm 3.10$  m dpl; T-test:  $t_{1,34} = 0.31$ ;  $p = 0.32$ ; Tabel 2). Ukuran gundukan kedua sarang berbeda, di mana sarang Biawak Komodo lebih panjang dan lebih lebar serta lebih banyak lubang daripada sarang Burung Gosong (Tabel 2). Tidak ada perbedaan signifikan antara tinggi sarang (Tabel 2).

Karakter Sarang	Komodo (X $\pm$ SEM)	Gosong (X $\pm$ SEM)	t (T)	p	df	N(K; M)
Panjang (m)	10.4 $\pm$ 2.0*	7.0 $\pm$ 2.1	4.8	<0.001	34	16; 20
Lebar (m)	9.6 $\pm$ 1.8*	6.5 $\pm$ 2.1	4.2	<0.001	34	16; 20
Tinggi (m)	0.9 $\pm$ 0.3	0.8 $\pm$ 0.4	1.0	0.32	34	16; 20
Jumlah Lubang	6.0 $\pm$ 2.2*	2.7 $\pm$ 2.0	4.6	<0.001	34	16; 20
Ketinggian (m)	27.9 $\pm$ 2.4	32.9 $\pm$ 3.6	1.0	0.32	34	16; 20

*Tabel 2. Perbandingan fisik dan struktur sarang gundukan aktif yang digunakan Biawak Komodo dengan Burung Gosong. Nilai tengah  $\pm$  standard error (SEM) tercatat, dengan tanda bintang menunjukkan perbedaan signifikan antara sarang Biawak Komodo (K) dan Burung Gosong (M).*

## 4. DISKUSI

### 4.1. Jumlah Lokasi Sarang

Satu hal dapat dilihat dengan jelas dari studi ini adalah relatif kecilnya jumlah sarang aktif di keduabelas lokasi survey, yang paling sesuai bagi lokasi sarang, di Pulau Komodo. Secara keseluruhan, 26 sarang aktif yang diketahui dari survey secara sistematis, menunjukkan bahwa populasi Biawak Komodo betina *breeding* adalah kecil (atau paling tidak, kecil untuk musim bersarang 2002 / 2003). Selanjutnya hal ini akan diikuti oleh jumlah rekrutmen anak, pada musim yang sama, yang keluar dari sarang hanya sekitar beberapa ratus saja (berdasar perkiraan 15-36 sarang per sarang). Ini menunjukkan bahwa indeks sarang aktif merupakan indikator baik untuk menilai tingkat Biawak Komodo betina reproduktif tahunan, di mana hampir semua sarang digunakan secara soliter kecuali satu sarang yang tercatat digunakan oleh dua betina di Loh Sebita.

Pada saat ini kita belum mengetahui apakah tingkat *breeding* tahunan relatif konstan atau terpengaruh oleh faktor perubahan lingkungan, seperti pola curah hujan yang akan mengatur fluktuasi makanan dan sumber energi terhadap ekosistem tropis basah-kering ini. Populasi reptil lain, yang mendiami habitat serupa secara klimatis dan biogeografis di sebelah Utara Australia, mengalami fluktuasi angka betina reproduktif berkisar antara 40-90% untuk Ular Sanca Air (*Liassis fuscus*) dan 5-60% untuk Ular Arafura (*Acrochorus arafurae*) terkait curah hujan yang mengendalikan dinamika mangsa (Madsen dan Shine, 2000; Shine dan Madsen, 1997). Perubahan tingkat *breeding* juga menunjukkan berkaitan dengan kelimpahan mangsa pada banyak kasus. Pada Ular Sanca Air (*Liassi fuscus*) betina akan merespon periode rendahnya kelimpahan makanan dengan mengurangi kondisi tubuhnya agar dapat memasuki masa reproduksi, meskipun hal ini akan membahayakan bagi hidup mereka (Madsen dan

Shine, 1999). Jika terdapat variasi tahunan yang besar dalam rekrutmen, populasi tidak akan dapat menjaga distribusi umur tetap stabil (Houston dan Shine, 1994b; Madsen dan Shine, 2000).

Curah hujan tahunan di Paparan Sunda Kecil yang terjadi cukup singkat selama periode bulan Desember sampai Maret, ketika hujan turun cukup sering, dapat mengendalikan berbagai proses tropis dan mempengaruhi ketersediaan serta produktivitas makanan. Hal ini, pada gilirannya, dapat membantu proses demografis dengan mengatur kelimpahan spesies mangsa. Sehingga, kondisi dan kelimpahan mangsa, pada akhirnya, dapat mengendalikan variasi tingkat *breeding* Biawak Komodo betina.

Lokasi sarang tidak aktif (N = 20), merupakan sarang yang diketahui dan diidentifikasi sebagai sarang yang pernah digunakan sebagai sarang Biawak Komodo, mendukung pernyataan bahwa terdapat variasi angka Biawak Komodo betina *breeding*. Studi jangka panjang, yang dikombinasikan dengan pemahaman tentang dinamika mangsa yang diatur secara klimatis, penting untuk menentukan variasi jumlah betina *breeding* tahunan jenis ini.

#### 4.2. Distribusi Spatial

Distribusi spatial sarang, terutama sarang aktif, terbatas pada lembah-lembah di bagian tengah dan Utara Pulau Komodo. Hal ini mencerminkan bahwa lokasi lembah-lembah yang besar dan, kemungkinan besar, proporsi populasi paling besar terkonsentrasi di daerah ini. Lebih lanjut, sarang aktif terdapat di lembah dengan luas lebih dari 3,5 km<sup>2</sup>. Dari data yang didapat, luasan lembah harus lebih besar dari pada 3,5 km<sup>2</sup>, dengan tipe habitat yang sesuai, sebelum betina menggunakan kawasan ini

untuk bersarang. Di beberapa lembah yang lebih besar daripada luasan minimum yang disyaratkan, keberadaan tipe habitat yang tidak sesuai (savana hutan terbuka) tidak memungkinkan untuk digunakan. Informasi ini penting untuk merancang rencana manajemen spesies baik di dalam maupun di luar taman nasional. Perubahan habitat akibat kegiatan manusia dari penebangan hutan yang akan menyebabkan berkurangnya habitat atau fragmentasi habitat, dapat menyebabkan kondisi lingkungan menjadi tidak sesuai bagi Biawak Komodo betina untuk bersarang. Sebagai tambahan, kebakaran lahan yang besar, seperti pembakaran lahan untuk berburu satwa, akan memperluas tipe habitat pada perbatasan/ekoton juga akan mengurangi ketersediaan habitat untuk bersarang.

Sementara dua lokasi sarang tercatat di lembah bagian Selatan pulau dalam status tidak aktif untuk musim bersarang 2002/2003. Sarang tidak aktif ini menunjukkan jumlah Biawak Komodo Betina yang mendiami pesisir Selatan Pulau Komodo adalah kecil. Lebih lanjut, jika betina *breeding* lebih sedikit, terkait energi reproduktif yang dibutuhkan cukup besar atau karena variasi ketersediaan mangsa menyebabkan penundaan penambahan sumber daya untuk memulai reproduksi tahunan, maka kemungkinan sarang-sarang ini akan digunakan secara periodik saja.

Tidak ada bukti spatial yang menunjukkan bahwa pemanfaatan sarang oleh betina ditentukan oleh kebutuhan habitat tertentu terkait posisi sarang satu sama lain di lembah terbesar bagian Utara pulau. Jika dianggap bahwa di Pulau Komodo terdapat suatu wilayah habitat spesifik, yang menyediakan sumber daya termasuk makanan dan perkembangan habitat dan akan mendukung kehidupan *offspring*, maka kami menduga, seperti halnya reptil lain, bahwa kepadatan aktivitas bersarang yang tinggi akan dijumpai. Meskipun hal tersebut akan menyebabkan betina untuk melakukan migrasi

kecil (10-an km) agar dapat mengakses sumber daya. Satu-satunya pengecualian untuk sebaran acak dan sebaran terpusat lokasi sarang, adalah pengamatan terhadap sejumlah kecil sarang yang berkelompok di sepanjang alur sungai di Loh Boko, sebuah lembah kecil di Utara, dan sebuah sarang gundukan yang digunakan oleh dua betina di Loh Sebita.

Kebanyakan sarang terletak di hutan pesisir gugur terbuka, yang didominasi oleh pepohonan termasuk Asam (*Tamarindus indica*), dan Kesambi (*Schleicera oleosa*). Sebagai perbandingan terhadap tiga komunitas vegetasi lainnya di pulau ini (hutan tertutup selalu hijau yang terutama terdapat di daerah pegunungan dan sepanjang beberapa jalur sungai pendek, savana, dan savana hutan) hutan gugur terbuka memberikan kombinasi paling besar dari kebutuhan habitat yang penting bagi aktivitas bersarang Biawak Komodo betina.

#### 4.3. Pemilihan Lokasi Sarang dan Konsekuensinya

Terlihat jelas adanya pemilihan oleh Biawak Komodo Betina dalam penggunaan sarang Burung Gosong belum terpakai daripada sarang permukaan tanah dan sarang di bukit. Diperkirakan pemakaian sebagian struktur sarang ini menunjukkan proses pemilihan yang disengaja oleh betina, juga menunjukkan bahwa alternatif bersarang di tanah atau di tebing bukit tidak terbatas oleh kompetisi atau kekurangan habitat yang ada. Lebih lanjut, betina Biawak Komodo memang secara khas memilih sarang Burung Gosong yang rata-rata secara signifikan lebih tersinari matahari. Diperkirakan, bahwa proses pemilihan ini disebabkan karena lingkungan tersebut memiliki kondisi yang baik untuk inkubasi telur selama 180 hari hingga masa penetasan (Green dan King,1999). Studi pada reptil ovipar yang lain menunjukkan pentingnya pemilihan lokasi bersarang

oleh induk terhadap sifat fenotip *life-history* yang dibawa oleh offspring (Elpick dan Shine 1998; Madsen dan Shine 1999). Dipilihnya lokasi sarang dengan sedikit naungan dan lebih panas oleh betina dapat mengindikasikan suatu pemilihan yang diperlukan untuk waktu inkubasi cepat. Kemungkinan hal ini untuk memastikan Biawak Komodo menetas dan keluar sarang bertepatan dengan akhir musim kering, saat kelimpahan serangga mangsa dalam jumlah banyak (Madsen dan Shine 1999). Sementara itu sebuah hasil yang menunjukkan adanya sedikit perberbedaan pada karakteristik sarang Ular Piton Air (*Liasis fuscus*), Madsen dan Shine (1999) menemukan adanya perbedaan mencolok dalam tingkat pertahanan hidup kelompok dewasa, embrio dan tetasan dari sarang dalam lingkungan yang lebih panas, dimana sarang Biawak lebih stabil secara termodinamis dibandingkan sarang dalam lubang sistem perakaran yang memiliki suhu lebih dingin. Pekerjaan lebih lanjut tentang ketahanan hidup dan morfologi *offspring* akan mengarahkan kita untuk menjelaskan pengaruh pemilihan lokasi sarang dalam Biawak Komodo offspring.

#### 4.4. Implikasi untuk Konservasi dan Manajemen

Pada kesimpulannya ada bukti bahwa ukuran populasi Biawak Komodo kawin relatif kecil, mengindikasikan bahwa penambahan juvenile akan terdiri dari setidaknya ratusan individu. Monitoring untuk mengetahui jumlah betina bersarang merupakan komponen penting bagi penilaian kecenderungan populasi dalam pulau kecil, juga sangat penting dalam penilaian terhadap jumlah tetasan dari sarang, sebagaimana pertahanan hidup pada tingkat awal kehidupan, dapat bervariasi seperti halnya pada reptil lain, dan kemudian akan memiliki efek yang lebih pada populasi secara keseluruhan (Bjorndal et al, 1998). Memulai sebuah program mark-recapture dalam

skala besar yang berlanjut akan menghasilkan data demografi yang baik untuk spesies ini. Meskipun tidak ada pekerja intensif untuk program monitoring, kapasitas untuk penaksiran variasi tahunan populasi sarang yang dipercaya dapat menyediakan pengelola Taman Nasional Komodo sebuah strategi untuk meningkatkan kapasitas mereka dalam menaksir kecenderungan populasi Biawak Komodo.

Hasil penelitian awal ini secara langsung sangat penting terhadap penelitian selanjutnya untuk mengetahui “apakah gambaran ini terjadi di dalam batas normal?”, “Apakah hal ini cukup untuk mengelola populasi ini?”. Perusakan oleh manusia terhadap habitat sarang di pulau komodo sejauh ini teramati masih terbatas. Sebuah perkampungan terdapat di pulau utama yang penduduknya memperoleh pendapatan terutama dari perikanan, dengan penghasilan tambahan dari penjualan cendremata kepada wisatawan. Populasi liar Biawak Komodo mungkin tidak mendapat ancaman seperti yang terjadi pada populasi liar Biawak Monitor (*Varanus salvator*) akibat perdagangan kulit (Shine et al.96). Namun bagaimanapun juga ancaman lain seperti modifikasi habitat, terjadi pada kebanyakan jenis kadal di Asia Tenggara (Green dan King, 1999). Pengaruh kegiatan manusia dimasa lalu diketahui telah menyebabkan kepunahan Biawak Komodo dari Pulau Padar. Hal ini diakibatkan dari kebakaran hutan yang mengubah habitat, sebagaimana perburuan rusa, mengurangi jumlah Biawak Komodo karena kekurangan makanannya.

Akhirnya, kini lokasi sarang Biawak Komodo telah diketahui, pemantauan tahunan lokasi-lokasi ini akan membutuhkan waktu relatif sedikit, tidak memakan biaya, dan tidak membutuhkan peralatan yang sulit dan rumit. Sehingga bentuk proyek pemantauan ini sesuai dengan kondisi finansial dan sumberdaya teknis pelaksana yang tersedia di Taman Nasional Komodo, sebagaimana merupakan tipikal kebanyakan di

negara-negara berkembang. Monitoring berkelanjutan kegiatan seperti ini dapat menyediakan data yang berharga bagi rencana manajemen jangka panjang populasi Biawak Komodo baik di dalam maupun diluar Taman Nasional Komodo.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada sejumlah Jagawana dan staf teknis yang berkontribusi terhadap penelitian lapangan, secara terpisah, Aloysius Sahu, Matheus Ndapa Wunga, Devi S Opat, Ibrahim. Penelitian ini dilaksanakan sebagai sebuah program kerjasama dengan staf Balai Taman Nasional Komodo. Ijin penelitian dilaksanakan dibawah program kerjasama antara Zoological Society of San Diego dan The Nature Conservancy (Indonesia Programe) dan Departemen Kehutanan Direktorat Jenderal PHKA.

## KEPUSTAKAAN

- Auffenberg, W., 1980. The herpetofauna of Komodo, with notes on adjacent areas. Bulletin Florida State Museum, Biological Science Volume 25, 39-156.
- Auffenberg, W., 1981. The behavioral ecology of the Komodo monitor. University of Florida press, Gainesville, USA.
- Bjorndal, K. A., Wetherall, J. A., Bolten, A. B. and Mortimer, J. A. (1999) Twenty six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: An encouraging trend. Conservation Biology 13,126-134.
- Ciofi, C. 1999. The Komodo dragon. Scientific American 280, 92-99.
- Ciofi, C., Beaumont, M. A., Swingland, I. R., Bruford, M. W. 1999. Genetic Divergence and units for conservation in the Komodo dragon *Varanus komodoensis*. Proceedings of the Royal Society of London B, 2269-2274.
- Ciofi, C., Smith, B. R., Hutchins, M. 2002. Conservation: in situ and ex situ contributions in Komodo dragons: Biology and Conservation, 211-230. Murphy, J. B., Ciofi, C., De La Panouse, C. and Walsh, T. (Eds). Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Frith, H.J., 1956. Breeding habits of the family Megapodidae. Ibis 98, 620-640.
- Jones, D.N., Dekker, R.W.R.J., Roselaar, C.S. 1995. The Megapodes. Oxford University Press, Oxford.
- Lincoln, G.A. 1974. Predation of incubator birds (*Megapodius freycinet*) by Komodo dragons (*Varanus komodoensis*). Journal of Zoology, London 174, 419 – 428.
- Green, B., King, D. 1999. Goanna. The Biology of Varanid Lizards. NSW University Press, Sydney.
- Jones, D.N., Dekker, R.W.R.J., Roselaar, C.S. 1995. The Megapodes. Oxford University Press, Oxford.
- Madsen, T., Shine, R., 1999. Life history consequences of nest-site variation in tropical pythons. Ecology 80, 989-997.
- Madsen, T., Shine, R., 2000. Rain, fish and snakes: climatically driven population dynamics of Arafura filesnakes in tropical Australia. Oecologia 124, 208-215.
- Ouwens, P.A., 1912. On a large *Varanus* species from the island of Komodo. Bulletin Jardin Botanic Buitenzorgi 6, 1-3.
- Phillips, J. A., Packard, G.C., 1994. Influence of temperature and moisture on eggs and embryos of the white-throated savanna monitor, *Varanus albigularis*: implications for conservation. Biological Conservation 69, 131-136.

- Shine, R., T. Madsen., 1997. Prey abundance and predator reproduction: rats and pythons on a tropical Australian floodplain. *Ecology* 78, 1078-1086.
- Shine, R., Harlow, P.S., Keogh, J.S., 1996. Commercial harvesting of giant lizards: the biology of water monitors *Varanus salvator* in southern Sumatra. *Biological Conservation* 77, 125-134.
- Shine, R., Ambariyanto, Harlow, P.S., Mumpuni, 1998. Ecological traits of commercially harvested water monitors, *Varanus salvator*, in northern Sumatra. *Wildlife Research* 25, 437-447.
- Tucker, A.D., Limpus C. J., 1997. Assessment of reproductive status in Australian freshwater crocodiles (*Crocodylus johnstoni*) by ultrasound imaging. *Copeia* 1997, 851-857.